

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-22453

(43) 公開日 平成9年(1997)1月21日

| (51) Int.Cl. ⁸ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|--------|---------------|--------|
| G 0 6 T 1/00 | | | G 0 6 F 15/64 | M |
| 7/00 | | | 15/62 | 4 1 5 |

審査請求 未請求 請求項の数 1 書面 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-351385

(22) 出願日 平成5年(1993)12月16日

(71) 出願人 594019600

李 鎮泰

福島県会津若松市一箕町松長1-17-25

会津大学教員公舎C棟303号

(72) 発明者 李 鎮泰

福島県会津若松市一箕町亀賀字郷之原385

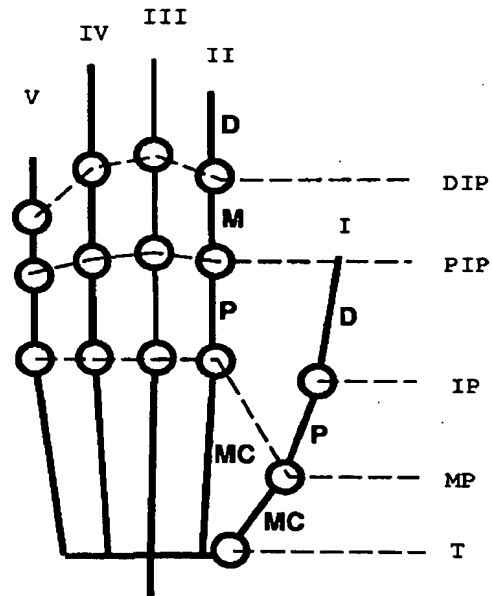
-11DOMILU SANJOU 101号

(54) 【発明の名称】 手の立体形状入力方式

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】手の動きをコンピュータに入力情報化する無接触入力方式において、手の所定個所の特徴点に注目し、2台以上のカメラと、あらかじめコンピュータ内にモデル化された手骨格の情報をを用いることによって、データグローブ(Data Glove)のような機械的な装置を手に付ける方式より、自然な手の動きを可能にし、より経済的である。

【構成】色を塗った手袋などを使って、特徴点を認識できるようにする。二つのカメラなどで、空間上の手の七つの特徴点の位置を計算する。コンピュータの中で手の骨格のモデルを準備し、空間上の手の特徴点の位置に合わせる。最後に手のモデルから必要なデータを抽出する。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 手の動きをコンピュータに入力情報化する無接触入力方式において、複数からなる手の所定個所を特徴点と定め、この特徴点には、それぞれ所定の色を付帯するとともに、少なくとも2台以上のカメラで前記特徴点を映写する手段と、あらかじめコンピュータ内にはモデル化された手骨格の情報を記憶し、この情報と、前記カメラ映像とを比較する手段とを有して、手の3次元動作を認識する手の立体形状入力方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、カメラや手のモデルを利用して、手首の位置、手の向き、指の曲がり角度などの手の3次元形状を認識・入力する方法に関するものである。この技術は、手話認識、コンピュータへのインタフェース、仮想現実などに利用できる。

【0002】

【従来の技術】従来、手首の位置、手の向き、指の曲がり角度などの手の3次元形状を計るために、手袋に光ファイバなどの機械的な装置を付けたもの（たとえば、VPL社のDataGlove）を利用していた。一つのカ

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の技術は、次のような欠点があった。

1. 機械的な装置を付けた手袋の場合は、手袋に付けられている接続ケーブルのため手の動きが不自然で、美観上もよくなく、故障を起こしやすかった。値段も高く（約100万円以上）、構造上、指と指の間の角度は計れない。

2. 一方、一つのカメラで手の写真を取って、輪郭線だ

指 $X = \text{II, III, IV, V}$ に対して、 $\theta_{DIP}^x(X) = \frac{2}{3}\theta_{PIP}^x(X)$ (1)

(b) 中指 (III) のMP関節は、自然な動きでは左右の動きを無視できる。一例として、次の数式表現が可能である：

$$\theta_{MP}^x(I) = 2 * (\theta_T^x(I) - \frac{1}{6} * \pi) \quad (3)$$

$$\theta_{MP}^z(I) = \theta_T^z(I) * \frac{7}{5} \quad (4)$$

以上を制約として手のモデルに取り入れる。

3. 以上から、手のモデルの自由度は21になり、手の形は手の七つの特徴点（手首、五つの指先、手の甲のある一点）の位置によって決められる。それは以下のように

$$\text{指 } f = \text{II, III, IV, V} \text{ に対して、} Q_f = (\theta_{MP}^x(f), \theta_{MP}^z(f), \theta_{PIP}^x(f), \theta_{DIP}^x(f)) \quad (5)$$

(b) 数式 (1) によって、ベクトル Q_f の自由度は3 50 になる：

けを取る方法では、手の3次元的な形状は分らない。本発明は、機械的な装置を用いないので、より安くて、より自然な手の動きが可能であり、カメラ出力に合わせた手のモデルを利用して指の曲がり角度などの3次元的なデータを計ることができる。

【0004】

【課題を解決するための手段】

1. まず、コンピュータの中で図1のような手の骨格のモデルを作る。標準形状で、この手のモデルは完全に開いていて、各関節には図2のような部分座標系が固定されているとする。ある関節の動きは、その関節の部分座標系の三つの回転軸 x, y, z に対する回転角として表される。（以下では、手の各部分を図1の記号で示し、関節の回転角は

$\theta_f^x(\gamma)$, ここで α : 回転軸, β : 関節, γ : 指

表 1: 関節の種類と回転軸

| 関節 | 回転軸 |
|-----|------|
| DIP | x |
| PIP | x |
| MP | x, z |
| IP | x, z |

の記号で表すことにする。) 各関節は、一つまたは二つの軸を中心として回転できるようにする。表1に、手のモデルの関節の種類とその可能な回転軸を示す。そこで、このモデルの動きには、手のひらの変形を無視できるので、四つの指が4づつ、親指が5、手の位置と向きが6、全部で27の自由度が残る。

2. さらに、人間の手の正常な動きに対する観察に基づいて、次の三つの事実が分かる。

(a) 遠位指節間関節 (DIP) と近位指節間関節 (PIP) の関節角には依存関係がある。一例として、次の数式表現が可能である：

$$\theta_{MP}^z(\text{III}) = 0 \quad (2)$$

(c) 親指 (I) のT関節とMP関節の関節角には依存関係がある。一例として、次の数式表現が可能である：

に説明できる。

(a) 指 f の指先を指定された位置に置くための関節ベクトル Q_f は、次のようである：

$$\text{指 } f = \text{II, III, IV, V} \text{ に対して、} Q_f = (\theta_{MP}^x(f), \theta_{MP}^y(f), \theta_{PIP}^x(f), \frac{2}{3}\theta_{PIP}^y(f)) \quad (6)$$

(c) 数式 (2) によって、 Q_{III} の自由度は 2 になる：

$$Q_{III} = (\theta_{MP}^x(III), 0, \theta_{PIP}^x(III), \frac{2}{3}\theta_{PIP}^y(III)) \quad (7)$$

すなわち、中指 (III) は指先の位置によって形が唯一に決められる。

(d) 手のひらの形は、手首、手の甲の一点、中指の指

II, IV, V の場合、指先の位置によって θ_{MP} の角度は決められるからであ

る (図 4)。親指の場合は、2. (c) によって決められる。

4. 次は、人の手から手の特徴点の空間上の位置を計算する。一つの簡単な方法は、七つの特徴点に異なる色を塗った手袋をはめて (図 5)、二つ以上の方向からカメラで手の画像を取り (図 6)、色によって空間上の手の特徴点の位置 (簡単に“手の特徴点”と呼ぶことにする) を計算することである。

5. 最後に、手のモデルを動かして、手のモデルのの特徴点を、画像から計算した手の特徴点の位置に合わせる。そのモデルから、 v 手の向き、各関節の位置、曲がり角度、などのデータを取る。

【0005】

【作用】上記の

【課題を解決するための手段】の 1, 2 で説明したように関節の動きに制約を持つ手の骨格のモデルを作り、4 で説明した方法で手の七つの特徴点の位置を計算し、5 で説明したように手のモデルを手の特徴点の位置に合わせると、手のモデルは実際の手の形に変形される。そのモデルから、関節の角度、位置、向きなどのデータを抽出する。

【0006】

【実施例】我々は、手の七つの特徴点の位置に異なる色を塗った手袋をはめて、二つのカメラで手の特徴点の位置の手を固定する時、指先の位置によって角度 θ_{MP} が決められることを

説明している。

【図 5】手の特徴点の位置を計算するために用いた色の手袋である。

【図 6】二つの方向から手を撮影し空間上の手の特徴点の位置を計算する。

【図 7】実験の例である。上の行は正面からの画像、下の行は左からの画像である。一番目の列はカメラの画像、二番目の列はカメラの画像に手の骨格のモデルを合

先の位置によって決められる。これは、図 3 で W, M P' を通る軸を中心に MP (III) を回転させて中指の指先を与えられた一点 X に一致させる方法は唯一であることから説明できる。

(e) 手のひらを固定する時、指の形は指先の位置によって決められる。指

置を計算し、手のモデルを合わせる実験をした。その結果の例は図 7 である。ビデオの数を多くすると指の間の遮断 (occlusion) 問題を解決できる。手の特徴点の認識のために、色のかわりに光、固体マーク、超音波、X-レイ、赤外線、放射線と、それを探知できるカメラを用いるのも考えられる。手の七つの特徴点だけを利用しても手の大体のデータを取ることができが、他に手の甲の一点とか親指の一点とかを加えると、もっと正確なデータが取れる。

【0007】

【発明の効果】機械的な装置に手に付けなくて手の形のデータを測定するからより自然な手の動きができる。実際の手の形を持つ手のモデルからデータを抽出するので、各関節の角度だけではなく関節の位置、指先の位置などのデータまでも計算できる。光ファイバを使うデータグローブ (Data Glove) より経済的で故障しにくい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】手の骨格のモデルと各部分の記号である。

【図 2】手の各関節の部分座標系である。

【図 3】手首、手の甲の一点、中指の指先の位置によって手のひらの向きが決められることを説明するものである。

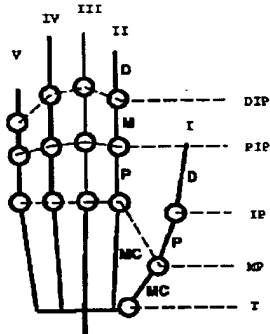
【図 4】

合せた画像、3 番目の列は手の骨格のモデルに皮膚を再生した画像である。

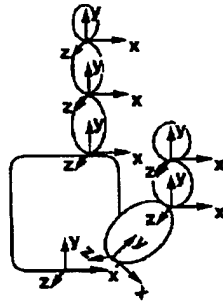
【符号の説明】

I : 親指, II : ひとさし指, III : 中指, IV : くすり指, V : 小指, DIP : 遠位指節間関節, PIP : 近位指節間関節, D : 遠位指骨, M : 中位指骨, P : 近位指骨, MC : 手のひらの骨

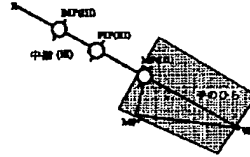
【図1】



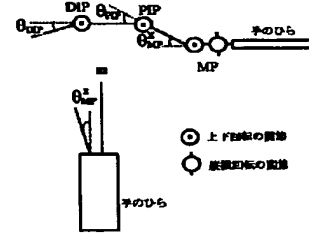
【図2】



【図3】

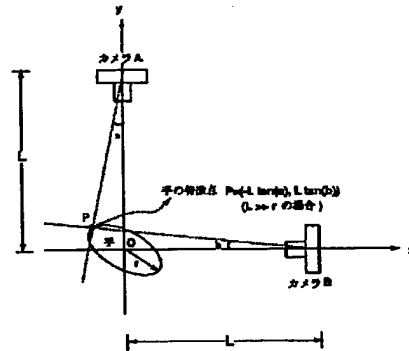
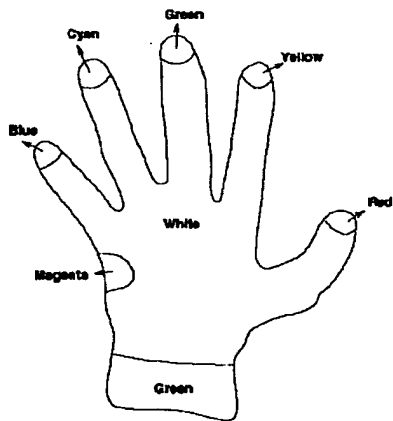


【図4】



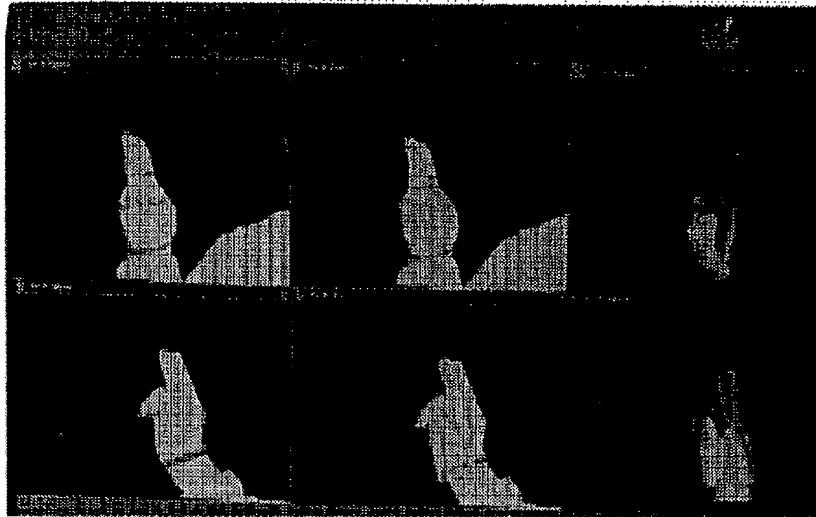
【図6】

【図5】



【図7】

図面代用写真



BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-022453

(43)Date of publication of application : 21.01.1997

(51)Int.Cl.

G06T 1/00

G06T 7/00

(21)Application number : 05-351385

(71)Applicant : RI CHINTAI

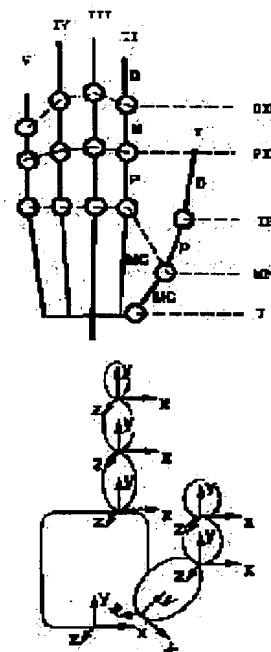
(22)Date of filing : 16.12.1993

(72)Inventor : RI CHINTAI

(54) SYSTEM FOR INPUTTING STEREOSCOPIC SHAPE OF HAND**(57)Abstract:**

PURPOSE: To obtain an input system which is more inexpensive and enables natural hand motions by providing a means comparing the information on a modeled hand framework and camera video and recognizing the three-dimensional operation of the hand.

CONSTITUTION: The model of the framework of the hand is made in a computer. In the standard shape, the model of this hand is completely opened and a partial coordinate system is fixed to each joint. The motion of a certain joint is expressed as the rotation angle for the three rotary shafts x, y and z of the partial coordinate system of the joint. Each of these joints can be rotated with one or two shafts as a centers. Thus, when the framework model of the hand having the constraints in the motion of the joint is made, the locations of the 7 feature points of the hand are calculated from camera video and the model of the hand is conformed to the location of the feature point of the hand, the model is deformed into the actual shape of the hand of the model of the hand. From this model, the data of the angle, location and direction, etc., of the joint is extracted. Thus, because the data of the shape of the hand is measured without putting a mechanical device on the hand, the more natural movements of the hand become possible.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Claim(s)]

[Claim 1] In the non-contacted input method which input-izes a motion of a hand to a computer, the predetermined part of the hand which consists of plurality is determined as the focus. To this focus A means to project said focus with at least two or more cameras while attaching a predetermined color, respectively, The solid configuration input method of a hand which memorizes the information on the modeled bone-of-hand rank in a computer beforehand, has a means to compare this information with said camera image, and recognizes three-dimension actuation of a hand.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention uses a camera and the model of a hand and relates to the approach of recognizing and inputting the three-dimension configuration of hands, such as whenever [location / of a wrist /, sense / of a hand /, and corner of a street / of a finger]. This technique can be used for sign language recognition, the interface to a computer, virtual reality, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to measure the three-dimension configuration of hands, such as whenever [location / of a wrist /, sense / of a hand /, and corner of a street / of a finger], conventionally, what attached mechanical equipments, such as an optical fiber, to the glove (for example, DataGlove of VPL) was used. There was also a method of taking a photograph of a hand with one camera and taking only a border line.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The Prior art had the following faults.

1. the interconnection cable with which it is attached to the glove in the case of the glove which attached mechanical equipment sake -- a motion of a hand -- unnatural -- a fine sight top -- not being good -- failure -- a lifting -- having been easy . It is expensive (about 1 million yen or more), and the include angle between fingers cannot be measured on structure.
2. The three-dimension-configuration of a hand is not known by the approach of taking a photograph of a hand with one camera and on the other hand taking only a border line. Since mechanical equipment is not used for this invention, a motion of a cheaper and more natural hand is possible for it, and it can measure three-dimension-data, such as whenever [corner of a street / of a finger], using the model of a hand set by the camera output.

[0004]

[Means for Solving the Problem]

1. Make the model of the frame of a hand like drawing 1 in a computer first. By the shape of

THIS PAGE BLANK (USPTO)

standard form, the model of this sort is opened completely and presupposes that partial system of coordinates like drawing 2 are being fixed to each joint. A motion of a certain joint is expressed as three revolving shafts x of the partial system of coordinates of the joint, and an angle of rotation over y and z . the following -- each part of a hand -- the notation of drawing 1 -- being shown -- the angle of rotation of a joint $\theta_{\beta}^{\alpha}(\gamma)$, ここで α : 回転軸, β : 関節, γ : 指

表 1: 関節の種類と回転軸

| 関節 | 回転軸 |
|-----|--------|
| DIP | x |
| PIP | x |
| MP | x, z |
| IP | x, z |

It will express with *****. Each joint enables it to rotate one or two shafts as a core. The class and the possible revolving shaft of the joint of the model of a hand are shown in Table 1. So, since deformation of a palm can be disregarded, the degree of freedom of 27 remains [four fingers / every / 4 / and the thumb / 5, and the location and sense of a hand] in a motion of this model by 6 and all.

2. Based on the observation to a normal motion of human being's hand, the following three facts are known further.

(a) There is a dependency in the joint angle of distal interphalangeal joints (DIP) and proximal interphalangeal joints (PIP). As an example, the following formula expression is possible. :

$$\text{指 } X = \text{II, III, IV, V} \text{ に対して、} \theta_{DIP}^x(X) = \frac{2}{3} \theta_{PIP}^x(X) \quad (1)$$

(b) The MP joints of the middle finger (III) can disregard the movement toward right and left in a natural motion. As an example, the following formula expression is possible. :

$$\theta_{MP}^z(\text{III}) = 0 \quad (2)$$

(c) There is a dependency in the joint angle of T joint of the thumb (I), and MP joints. As an example, the following formula expression is possible. :

$$\theta_{MP}^x(I) = 2 * (\theta_T^x(I) - \frac{1}{6} * \pi) \quad (3)$$

$$\theta_{MP}^z(I) = \theta_T^z(I) * \frac{7}{5} \quad (4)$$

It takes in to the model of a hand by considering the above as constraint.

3. As mentioned above, the degree of freedom of the model of a hand is set to 21, and the form

THIS PAGE BLANK (USPTO)

of a hand is determined by the location of the seven focus (one point with the back of a wrist, five fingertips, and a hand) of a hand. It can be explained as follows.

(a) The joint vector Q_f for putting on the location which had the fingertip of Finger f specified is

$$\text{指 } f = \text{II, III, IV, V} \text{ に対して、} Q_f = (\theta_{MP}^x(f), \theta_{MP}^z(f), \theta_{PIP}^x(f), \theta_{DIP}^x(f)) \quad (5)$$

as follows. :

(b) The degree of freedom of Vector Q_f is set to 3 with a formula (1). :

$$\text{指 } f = \text{II, III, IV, V} \text{ に対して、} Q_f = (\theta_{MP}^x(f), \theta_{MP}^z(f), \theta_{PIP}^x(f), \frac{2}{3}\theta_{PIP}^x(f)) \quad (6)$$

(c) The degree of freedom of Q_{III} is set to 2 with a formula (2). :

$$Q_{III} = (\theta_{MP}^x(III), 0, \theta_{PIP}^x(III), \frac{2}{3}\theta_{PIP}^x(III)) \quad (7)$$

Namely, as for the middle finger (III), a form is decided to be only by the location of a fingertip.

(d) The form of a palm is determined by the location of one point of the back of a wrist and a hand, and the fingertip of the middle finger. The approach of making it in agreement with one-point X which this made rotate MP (III) centering on the shaft which passes along W and MP' by drawing 3 , and was able to give the fingertip of the middle finger can be explained from it being only.

(e) The form of a finger is determined by the location of a fingertip when a palm is fixed. Finger

II, IV, V の場合、指先の位置によって θ_{MP}^x の角度は決められるからであ

** (drawing 4). In the case of the thumb, it is determined by 2. (c).

4. Next, calculate the location on the space of the focus a hand to people's hand. One easy approach is putting the glove which applied a color which is different in the seven focus (drawing 5), taking the image of a hand with a camera from two or more directions (drawing 6), and calculating the location (it being simply called "the focus of a hand") of the focus of the hand on space by the color.

5. Finally, move the model of a hand and double with the location of the focus of the hand which calculated the focus of model ** of a hand from the image. From the model, data, such as whenever [sense / of v hand /, location / of each joint /, and corner of a street], are taken.

[0005]

[Function] Above-mentioned [Means for Solving the Problem] As ** 1 and 2 explained, the model of the frame of the hand which has constraint in a motion of a joint is made, the location

THIS PAGE BLANK (USPTO)

of the seven focus of a hand is calculated by the approach explained by 4, and if the model of a hand is set by the location of the focus of a hand as 5 explained, the model of a hand will deform into the form of an actual hand. Data, such as an include angle of a joint, a location, and sense, are extracted from the model.

[0006]

[Example] We put the glove which applied a color which is different in the location of the seven focus of a hand, calculated the location of the focus of a hand with two cameras, and conducted the experiment which sets the model of a hand. The example of the result is drawing 7 . If the number of videos is made [many], the cutoff (occlusion) problem between fingers is solvable. For recognition of the focus of a hand, it is also considered to be light, a solid-state mark, a supersonic wave, X-Ray, infrared radiation, and a radiation instead of a color to use the camera which can detect it. Even if it uses only the seven focus of a hand, the data of most hands can be taken, but more exact data can be taken if one point of the back of a hand and one point of the thumb are added to others.

[0007]

[Effect of the Invention] Since mechanical equipment is not attached to a hand and the data of the form of a hand are measured, a motion of a natural hand can be performed. Since data are extracted from the model of a hand with the form of an actual hand, even data, such as a location of not only the include angle of each joint but a joint and a location of a fingertip, can calculate. It is more economical than the data glove (DataGlove) using an optical fiber, and hard to break down.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] They are the model of the frame of a hand, and the notation of each part.

[Drawing 2] They are the partial system of coordinates of each joint of a hand.

[Drawing 3] It explains that the sense of a palm is determined by the location of one point of the back of a wrist and a hand, and the fingertip of the middle finger.

[Drawing 4]

手のひらを固定する時、指先の位置によって角度 θ_{MP} が決められることを

It is explaining.

[Drawing 5] It is the glove of a color used in order to calculate the location of the focus of a hand.

[Drawing 6] A hand is photoed from two directions and the location of the focus of the hand on space is calculated.

[Drawing 7] It is the example of an experiment. The image from a transverse plane and the

THIS PAGE BLANK (USPTO)

lower line of the upper line are the images from the left. The image with which, as for the train of an eye, the image of a camera and the second train aligned the model of the frame of a hand with the image of a camera, and the 3rd train are the images which reproduced the skin to the model of the frame of a hand most.

[Description of Notations]

I: -- the thumb, II:forefinger, the III:middle finger, IV:*****, V:digitus minimus, and DIP: -- distal interphalangeal joints, PIP:proximal interphalangeal joints, D:distance phalanx, an M:middle phalanx, P:juxtaposition phalanx, and MC: -- the bone of a palm

THIS PAGE BLANK (USPTO)